

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-079669

(43)Date of publication of application : 20.03.1990

(51)Int.Cl.

H04N 1/40  
G06F 15/64  
// A61B 6/00  
H04N 5/335

(21)Application number : 63-231846

- (71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 16.09.1988

(72)Inventor : NAGATA TAKESHI

**(54) METHOD FOR GENERATING SENSITIVITY DISTRIBUTION CORRECTION CURVE OF RADIANT IMAGE READ SENSOR****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To eliminate a noise component and to generate a sensitivity distribution correction curve sufficiently replying to steep change of sensitivity by evaluating smoothing image data at every block by an evaluation function, and repeating computation by decreasing block width when it exceeds a threshold value.

**CONSTITUTION:** The smoothing image data  $S_{smg}$  can be obtained by averaging image data  $S_{crt}$  for correction in a prescribed range in the periphery of each image element (i) corresponding to each image element (i) on a recording sheet arranged in the prescribed extending direction of a read sensor. The evaluation function  $\sigma_k$  is found according to equation 1 at every block in which the image element (i) arranged in the prescribed direction is divided into M blocks. An absolute value  $|\sigma_k|$  is compared with the threshold value  $Th$ , and the smoothing data  $S_{smg}$  of the block (k) in which it is  $|\sigma_k| > Th$  is found again by decreasing the prescribed range, and the function connected to the  $S_{smg}$  is set as the sensitivity distribution correction curve. In such a way, it is possible to sufficiently eliminate the noise component, and to obtain the sensitivity distribution correction curve of a radiant image read sensor replying to even the steep change of the sensitivity.

図 1 (S<sub>crt</sub>とS<sub>smg</sub>)

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-79669

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)3月20日

H 04 N 1/40  
 G 06 F 15/64  
 // A 61 B 6/00  
 H 04 N 5/335

1 0 1 B  
 4 0 0 A

6940-5C  
 8419-5B

P 8838-5C  
 8119-4C

A 61 B 6/00 3 5 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全12頁)

⑮ 発明の名称 放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法

⑯ 特 願 昭63-231846

⑰ 出 願 昭63(1988)9月16日

⑱ 発 明 者 永 田 武 史 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社

⑲ 出 願 人 富士写真フイルム株式会社 神奈川県南足柄市中沼210番地

⑳ 代 理 人 弁理士 柳田 征史 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 放射線画像記録シートに略一様に放射線を照射することにより該記録シートに記録された一様露光画像を、所定方向に延びた読取センサで読み取って該読取センサの感度分布情報を担持する補正用画像データ  $S_{crt}$  を得、該補正用画像データ  $S_{crt}$  に基づいて前記読取センサの感度分布補正曲線を求める放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法において、

前記所定方向に並んだ前記記録シートの各画素  $l$  ( $l = 1, 2, \dots, N$ ;  $N$  は前記所定方向に並んだ画素数を表わす整数) に対応して、各画素  $l$  の周囲の所定範囲内の前記補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均化することによりスムージング画像データ  $S_{sag}$  を求め、

前記所定方向に並んだ各画素  $l$  ( $l = 1, 2, \dots, N$ ) を  $M$  ( $M$  は2以上の正の整数) 個のブ

ロックに分けた該各ブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) 毎に、評価関数  $\Delta_k$  を式

$$\Delta_k = \sum_{l=1}^{n_k} (S_{crt \cdot l} - S_{sag \cdot l})$$

( $j$  はブロック  $k$  内の画素の最小番号、 $n$  は該ブロック  $k$  内の画素数、 $S_{crt \cdot l}$ 、 $S_{sag \cdot l}$  はそれぞれ補正用画像データ  $S_{crt}$ 、スムージング画像データ  $S_{sag}$  の画素  $l$  に対応する値を表わす。)

に従って求め、

前記評価関数  $\Delta_k$  の絶対値  $|\Delta_k|$  をあらかじめ定めたしきい値  $T$  と比較し、

$|\Delta_k| > T$  のブロック  $k$  については、前記所定範囲を決めて再度前記スムージング画像データ  $S_{sag}$  を求めることにより再度これらの演算を行ない、

これらの演算の過程を、全ての前記ブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) についての前記評価関数  $\Delta_k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) が、 $|\Delta_k| \leq$

$T_1$  となるまで繰り返し、

このようにして求めた前記各ブロック  $k$  にそれぞれ対応するスムージング画像データ  $S_{seg}$  を接続した関数を前記感度分布補正曲線とすることを特徴とする放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法。

- (2) 放射線画像記録シートに略一様に放射線を照射することにより該記録シートに記録された一様露光画像を、所定方向に延びた読取センサで読み取って該読取センサの感度分布情報を担持する補正用画像データ  $S_{crt}$  を得、該補正用画像データ  $S_{crt}$  に基づいて前記読取センサの感度分布補正曲線を求める放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法において、

前記所定方向に並んだ前記記録シートの各画素  $l$  ( $l = 1, 2, \dots, N$ ;  $N$  は前記所定方向に並んだ画素数を表わす整数) に対応して、各画素  $l$  の周囲の所定範囲内の前記補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均化することによりスムージング画像データ  $S_{seg}$  を求め、

の演算を行ない、

これらの演算の過程を、全ての前記ブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) についての前記評価関数  $\Delta_k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) が、 $T_{12} \leq |\Delta_k|$ 、 $|\Delta_k| \leq T_{11}$  となるまで繰り返し、

このようにして求めた前記各ブロック  $k$  にそれぞれ対応するスムージング画像データ  $S_{seg}$  を接続した関数を前記感度分布補正曲線とすることを特徴とする放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法。

前記所定方向に並んだ各画素  $l$  ( $l = 1, 2, \dots, N$ ) を  $M$  ( $M$  は 2 以上の正の整数) 個のブロックに分けた該各ブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) 毎に、評価関数  $\Delta_k$  を式

$$\Delta_k = \sum_{l=1}^{j+n} (S_{crt} \cdot l - S_{seg} \cdot l)$$

( $j$  はブロック  $k$  内の画素の最小番号、 $n$  は該ブロック  $k$  内の画素数、 $S_{crt} \cdot l$ 、 $S_{seg} \cdot l$  はそれぞれ補正用画像データ  $S_{crt}$ 、スムージング画像データ  $S_{seg}$  の画素  $l$  に対応する値を表わす。)

に従って求め、

前記評価関数  $\Delta_k$  の絶対値  $|\Delta_k|$  をあらかじめ定めたしきい値  $T_{11}$  およびしきい値  $T_{12}$  ( $T_{11} > T_{12}$ ) と比較し、

$|\Delta_k| > T_{11}$  のブロック  $k$  については、前記所定範囲を狭め、 $|\Delta_k| < T_{12}$  のブロック  $k$  については前記所定範囲を広げて前記スムージング画像データ  $S_{seg}$  を求めることにより再度これら

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、放射線画像が記録された記録シートから該画像の情報を長尺のフォトマルチプライヤ等の一次元的読取センサで読み取って画像データを得るに際し、光が読取センサに入射する位置により読取センサの感度が異なるのを補正するための感度分布補正曲線を生成する方法に関するものである。

(従来の技術)

記録された放射線画像を読み取って画像データを得、この画像データに適切な画像処理を施した後、画像を再生記録することは種々の分野で行なわれている。たとえば、後の画像処理に適合するように設計されたガンマ値の低い X 線フィルムを用いて X 線画像を記録し、この X 線画像が記録されたフィルムから X 線画像を読み取って電気信号に変換し、この電気信号 (画像データ) に画像処理を施した後、コピー写真等に可視像として再生することにより、コントラスト、シャープネス、

粒状性等の画質性能の良好な再生画像を得ることが行なわれている（特公昭61-5193号公報参照）。

また本願出願人により、放射線（X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、電子線、紫外線等）を照射するところの放射線エネルギーの一部が蓄積され、その後可視光等の励起光を照射すると蓄積されたエネルギーに応じて輝尽発光を示す蓄積性蛍光体（輝尽性蛍光体）を利用して、人体等の被写体の放射線画像情報を一旦シート状の蓄積性蛍光体に記録し、この蓄積性蛍光体シートをレーザ光等の励起光で走査して輝尽発光を生ぜしめ、得られた輝尽発光を光電的に読み取って画像データを得、この画像データに基づき被写体の放射線画像を写真感光材料等の記録材料、CRT等に可視像として出力させる放射線画像記録再生システムがすでに提案されている（特開昭55-12429号、同56-11395号、同55-163472号、同58-104645号、同55-116340号など）。

このシステムは、従来の銀塩写真を用いる放射線写真システムと比較して極めて広い放射線露出

域にわたって画像を記録しようという実用的な利点を有している。すなわち、蓄積性蛍光体においては、放射線露光量に対して蓄積後に励起によって輝尽発光する発光光の光量が極めて広い範囲にわたって比例することが認められており、従って種々の撮影条件により放射線露光量がかかなり大幅に変動しても、蓄積性蛍光体シートより放射される輝尽発光光の光量を読取ゲインを適当な値に設定して光電変換手段により読み取って電気信号（画像データ）に変換し、この画像データを用いて写真感光材料等の記録材料、CRT等の表示装置に放射線画像を可視像として出力させることによって、放射線露光量の変動に影響されない放射線画像を得ることができる。

上記システム等においては、通常は、放射線画像が記録された記録体上を2次元的に走査し、走査光による走査点から発せられた上記放射線画像を表わす光を読取センサにより検出することにより、画像データ（電気信号）を得るように構成されている。

上記読取センサとしては、たとえばフォトマルチプライヤと、光の入射端面が所定方向に延び射出端面が該フォトマルチプライヤの受光面と結合された光ガイドとの組合せが用いられる。また本出願人が提案した、所定方向に延びる受光面を有する長尺のフォトマルチプライヤ（以下長尺フォトマルと略す。）を用いることもできる。この長尺フォトマルを用いると上記光ガイドを用いる必要がなく、装置の小型化、集光効率の向上、および製造コストの低減を図ることができる。さらに、所定方向に多数の受光素子を配置したたとえばCCD等を用いることもできる。

上記光ガイドとフォトマルチプライヤとの組合せ、長尺フォトマルおよび一次元CCD等の読取センサは、光の入射面（光ガイドの入射端面、長尺フォトマルの受光面、CCDの多数の受光素子の一連の受光面等）が一次元的に長く延びている。このため光ガイドの光伝播特性分布、長尺フォトマルの感度分布、CCDの各受光素子の感度バラつき、光検出手段の機械的な取付誤差等により、

一定光量の光が入射面に入射してもその入射位置により出力される電気信号の値が異なるという問題点がある。

この問題点を解決するために、あらかじめ光の入射位置と出力信号とを対応づける受光感度分布曲線を求めておき、放射線画像を読み取った際にこの受光感度分布曲線に基づいて得られた信号を補正するように構成される。

（発明が解決しようとする課題）

上記受光感度分布曲線は、放射線画像を撮影記録する記録シートに略一様に放射線を照射することにより該記録シートに記録された一様露光画像を所定方向に延びた読取センサで読み取ることにより求められる。

ここで、記録シートに放射線を照射する際の放射線のゆらぎ等の原因により一様露光画像を読み取って得られた画像データには感度分布を表わす信号に大きな雑音が混入しているため、該画像データをスムージングして感度分布補正曲線を得ることが考えられる。

ところが、個々の読取センサおよび1つの読取センサの各部分により、ほぼ平坦な感度分布を有する場合もあり、また入射面の延びる所定方向に沿って感度が急激に変化する場合もあるため、どの程度のスムージングを施して感度分布補正曲線を得るかが大きな問題となる。すなわち平坦な感度分布を想定して十分なスムージングを施すと、雑音を十分に減衰させることができるが感度の急激な変化があったときは、その部分では得られた感度分布曲線と実際の感度分布とが異なって、この感度分布補正曲線に基づいて、放射線画像を読み取って得られた画像データを補正すると、帯状の濃度ムラが生じ、画質が低下してしまうという問題点がある。一方、感度の急激な変化があっても十分対応できるようにスムージングの程度を弱めると感度分布補正曲線に雑音成分が大きく残り、この感度分布補正曲線に基づいて、放射線画像を読み取って得られた画像データを補正すると、補正後の画像データに感度分布補正曲線に含まれていた雑音成分が重畳され、やはり画質が低下して

sag を求め、

上記所定方向に並んだ各画素 $l$  ( $l = 1, 2, \dots, N$ ) を $M$  ( $M$ は2以上の正の整数) 個のブロックに分けた該各ブロック $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) 毎に、評価関数 $\Delta_k$ を式

$$\Delta_k = \sum_{j=1}^{n_k} (S_{crt} \cdot l - S_{sag} \cdot l) \quad \dots (1)$$

( $j$ はブロック $k$ 内の画素の最小番号、 $n_k$ は該ブロック $k$ 内の画素数、 $S_{crt} \cdot l$ 、 $S_{sag} \cdot l$ はそれぞれ補正用画像データ $S_{crt}$ 、スムージング画像データ $S_{sag}$ の画素 $l$ に対応する値を表わす。)

に従って求め、

評価関数 $\Delta_k$ の絶対値 $|\Delta_k|$ をあらかじめ定めたしきい値 $T$ と比較し、

$|\Delta_k| > T$ のブロック $k$ については、上記所定範囲を決めて再度スムージング画像データ $S_{sag}$ を求めることにより再度これらの演算を行ない、

しまうことになる。

本発明は、上記問題点に鑑み、雑音を十分に除去できるとともに急激な感度変化にも応答した、放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

本発明の放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法のひとつは、放射線画像記録シートに略一様に放射線を照射することにより該記録シートに記録された一様露光画像を、所定方向に延びた読取センサで読み取って該読取センサの感度分布情報を担持する補正用画像データ $S_{crt}$ を得、該補正用画像データ $S_{crt}$ に基づいて読取センサの感度分布補正曲線 $\gamma$ を求める放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法において、

上記所定方向に並んだ記録シートの各画素 $l$

( $l = 1, 2, \dots, N$ ;  $N$ は上記所定方向に並んだ画素数を表わす整数) に対応して、各画素 $l$ の周囲の所定範囲内の補正用画像データ $S_{crt}$ を平均化することによりスムージング画像データ $S$

これらの演算の過程を、全てのブロック $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) についての評価関数 $\Delta_k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) が、 $|\Delta_k| \leq T$ となるまで繰り返し、

このようにして求めた各ブロック $k$ にそれぞれ対応するスムージング画像データ $S_{sag}$ を接続した関数を感度分布補正曲線 $\gamma$ とすることを特徴とするものである。

また、本発明の他の放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法は、放射線画像記録シートに略一様に放射線を照射することにより該記録シートに記録された一様露光画像を、所定方向に延びた読取センサで読み取って該読取センサの感度分布情報を担持する補正用画像データ $S_{crt}$ を得、該補正用画像データ $S_{crt}$ に基づいて読取センサの感度分布補正曲線 $\gamma$ を求める放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法において、

上記所定方向に並んだ記録シートの各画素 $l$

( $l = 1, 2, \dots, N$ ;  $N$ は上記所定方向に並んだ画素数を表わす整数) に対応して、各画素 $l$

の周囲の所定範囲内の補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均化することによりスムージング画像データ  $S_{sng}$  を求め、

上記所定方向に並んだ各画素  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) を  $M$  ( $M$  は 2 以上の正の整数) 個のブロックに分けた該各ブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) 毎に、評価関数  $\Delta_k$  を式

$$\Delta_k = \sum_{i=1}^n (S_{crt} \cdot i - S_{sng} \cdot i) \quad \dots(2)$$

( $j$  はブロック  $k$  内の画素の最小番号、 $n$  は該ブロック  $k$  内の画素数、 $S_{crt} \cdot i$ 、 $S_{sng} \cdot i$  はそれぞれ補正用画像データ  $S_{crt}$ 、スムージング画像データ  $S_{sng}$  の画素  $i$  に対応する値を表わす。)

に従って求め、

評価関数  $\Delta_k$  の絶対値  $|\Delta_k|$  をあらかじめ定めたしきい値  $T_{s1}$  およびしきい値  $T_{s2}$  ( $T_{s1} > T_{s2}$ ) と比較し、

$|\Delta_k| > T_{s1}$  のブロック  $k$  については、上記

の上記所定範囲として、雑音成分を十分に低減できるような範囲を先ず選んで、この範囲内の補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均化してスムージング画像データ  $S_{sng}$  を求める。このようにして求めたスムージング画像データ  $S_{sng}$  は感度が急激に変動している部分では、実際の感度分布と異なっている可能性がある。

そこで上記所定方向に並んだ各画素  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) を  $M$  個のブロックに分けた該各ブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) 毎に、評価関数  $\Delta_k$  を上記(1)式に従って求め、評価関数  $\Delta_k$  の絶対値  $|\Delta_k|$  をあらかじめ定めたしきい値  $T_s$  と比較することにより、各ブロック  $k$  毎に  $|\Delta_k| > T_s$  か  $|\Delta_k| \leq T_s$  かが判断される。 $|\Delta_k| > T_s$  であることは、ブロック  $k$  については補正用画像データ  $S_{crt}$  とスムージング画像データ  $S_{sng}$  の平均値が大きく異なっていることになり、このことはすなわち、ブロック  $k$  においては上記のようにして求めたスムージング画像データ  $S_{sng}$  は急激な感度変化にตอบสนองしていないことに

所定範囲を決め、 $|\Delta_k| < T_{s2}$  のブロック  $k$  については上記所定範囲を広げてスムージング画像データ  $S_{sng}$  を求めることにより再度これらの演算を行ない、

これらの演算の過程を、全てのブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) についての評価関数  $\Delta_k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) が、 $T_{s2} \leq |\Delta_k| \leq T_{s1}$  となるまで繰り返す、

このようにして求めた各ブロック  $k$  にそれぞれ対応するスムージング画像データ  $S_{sng}$  を接続した関数を感度分布補正曲線  $\gamma$  することを特徴とするものがある。

(作 用)

本発明の放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法のひとつは、どの程度のスムージングを行なえばよいのかたとえば過去の統計等によりあらかじめその概略がわかっていた場合に対応するものである。このときには、上記各画素  $i$  の周囲の所定範囲内の補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均化してスムージング画像データ  $S_{sng}$  を求める際

対応する。このようにして各ブロック  $k$  毎に感度変化にตอบสนองしているか否かが判定される。

上記のようにして感度変化にตอบสนองしていない ( $|\Delta_k| > T_s$ ) と判定されたブロック  $k$  については、次に上記所定方向について上記所定範囲を決めて、すなわちもう少し高周波数成分まで含むようにして再度スムージング画像データ  $S_{sng}$  を求めることにより再度(1)式の演算および判定を行ない、これらの演算の過程を、全てのブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) についての評価関数  $\Delta_k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) が  $|\Delta_k| \leq T_s$  となるまで繰り返すことにより、感度の急激な変化のないブロックについては雑音が十分に低減されたスムージング画像データ  $S_{sng}$  が求められ、感度の急激な変化のあるブロックについてはその変化の程度に応じて十分にตอบสนองしかつ極力雑音成分を抑えたスムージング画像データ  $S_{sng}$  が求められる。

このようにして求めた各ブロック  $k$  にそれぞれ対応するスムージング画像データ  $S_{sng}$  を接続し

た関数を感度分布補正曲線 $\gamma$ とすることにより、全体として雑音成分を十分に除去するとともに急激な感度変化にも応答した感度分布補正曲線 $\gamma$ が生成される。

本発明の他の放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法は、どの程度のスムージングを行えばよいのかが不明の場合に対応するものである。この場合は、まず最初にスムージング画像データ  $S_{sag}$  を求める際の上記所定範囲としては任意にその範囲が選択される。この任意に選択した範囲内の補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均化してスムージング画像データ  $S_{sag}$  を求める。このようにして求めたスムージング画像データ  $S_{sag}$  にはまだ雑音成分がほとんど除去されていない可能性もあり、また、雑音成分は必要以上に除去されているが、感度の変動にตอบสนองしていないスムージング画像データ  $S_{sag}$  となってしまう可能性もある。そこで、前述した発明と同様にして上記所定方向に並んだ各画素  $l$  ( $l = 1, 2, \dots, N$ ) を  $M$  個のブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ )

算および判定が行なわれる。また上記のようにして雑音成分が除去されていない ( $|\Delta_k| < T_{s2}$ ) と判定されたブロック  $k$  については、次に上記所定範囲を広げて、すなわちもう少し高周波数成分を低減して雑音成分を減らすようにして再度スムージング画像データ  $S_{sag}$  を求め、再度(2)式の演算および判定が行なわれる。

これらの演算の過程を、全てのブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) についての評価関数  $\Delta_k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$ ) が  $T_{s2} \leq |\Delta_k| \leq T_{s1}$  となるまで繰り返すことにより、各ブロック毎に感度の変化に対する応答性と雑音の除去とのバランスのとれたスムージング画像データが求められる。

このようにして求めた各ブロック  $k$  にそれぞれ対応するスムージング画像データ  $S_{sag}$  を接続した関数を感度分布補正曲線 $\gamma$ とすることにより、全体として雑音成分を十分に除去するとともに急激な感度変化にも応答した感度分布補正曲線 $\gamma$ が生成される。

毎に評価関数  $\Delta_k$  を上記(2)式に従って求めたあと、評価関数  $\Delta_k$  の絶対値  $|\Delta_k|$  をあらかじめ定めた2つのしきい値  $T_{s1}, T_{s2}$  ( $T_{s1} > T_{s2}$ ) と比較することにより  $T_{s2} \leq |\Delta_k| \leq T_{s1}$  かが否かが判定される。 $T_{s2} \leq |\Delta_k| \leq T_{s1}$  の場合は、雑音成分を十分除去するとともに感度の変化にも十分にตอบสนองしていると判断することができる。 $|\Delta_k| > T_{s1}$  の場合は、前述した発明と同様に、雑音成分は除去されているが感度の変化には十分ตอบสนองしていないと判断される。また、 $|\Delta_k| < T_{s2}$  の場合は、感度の変化には十分ตอบสนองしているが雑音成分の除去は不十分であると判断される。このようにして各ブロック  $k$  毎に感度の変化に対する応答性と雑音成分の程度とのバランスが判断される。

上記のようにして感度変化にตอบสนองしていない ( $|\Delta_k| > T_{s1}$ ) と判定されたブロック  $k$  については、次に上記所定範囲を狭めて、すなわちもう少し高周波数成分まで含むようにして再度スムージング画像データ  $S_{sag}$  を求め、再度(2)式の演

#### (実施例)

以下、添付図面を参照して、本発明の実施例について説明する。

まず第4図を参照して、本発明を使用した装置の全体について説明する。

第4図は、本発明の放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法を使用した放射線画像読取装置の一例を示す斜視図である。

この装置は、前述した、放射線を照射するところの放射線エネルギーの一部が蓄積され、その後可視光等の励起光を照射すると蓄積されたエネルギーに応じて輝尽発光を示す蓄積性蛍光体（輝尽性蛍光体）を用いた装置である。

図示しない撮影装置において、蓄積性蛍光体シートに一樣に放射線が照射され、シート全面にわたって一樣に放射線エネルギーが蓄積される。このようにして全面に一樣に放射線エネルギーが蓄積された蓄積性蛍光体シート1が、第3図に示す放射線画像読取装置の所定位置にセットされる。

セットされた蓄積性蛍光体シート1はモータ2



により駆動されるエンドレスベルト等のシート搬送手段3により、矢印Y方向に搬送（副走査）される。一方、レーザ光源4から発せられた励起光5はモータ13により駆動され矢印方向に高速回転する回転多面鏡6によって反射偏向され、fθレンズ等の集束レンズ7を通過した後、ミラー8により光路を変えて前記シート1に入射し前記副走査方向（矢印Y方向）と略垂直な矢印X方向に主走査する。この励起光5が照射されたシート1の箇所からは、蓄積されている放射線エネルギーに応じた光量の輝尽発光光9が発散され、この輝尽発光光9は長尺フォトマル25によって光電的に検出される。上記長尺フォトマル25の受光面25aは主走査線10に沿って延びている。

第4A図、第4B図は、第3図の長尺フォトマル25の構造の一例を示した、それぞれ一部断面斜視図、第4A図に示したI-I方向の断面図である。

この長尺フォトマル25は、一般にベネシアンブラインド形と称される電極構造を有している。こ

された負の高電圧はブリーダ抵抗群50bにより分圧されたダイノード25cにそれぞれ印加されている。また、シールド電極25gは接地されており、陽極25hは抵抗50cを介して接地されると共に増幅器50dの一方の端子に入力されている。増幅器50dの他方の端子は接地されており、出力端子50eより光電変換された画像データが電気信号として取り出される。なお、シールド電極25gは必ずしも必要なものではなく、設けられなくてもよい。

第3図に示すように、上記受光面25aに入射した輝尽発光光9が長尺フォトマル25によって検出され、長尺フォトマル25から出力されるアナログデータ $S_1$ が増幅器16（たとえば第5図に示した増幅器50d）によって増幅され、A/D変換器17において所定のサンプリング間隔でデジタル化される。このようにして得られたデジタルの画像データ $S_{org}$ はメモリ18に入力され、記憶される。ここでは一様に放射線エネルギーが蓄積された蓄積性蛍光体シート1から得られた画像データ $S_{org}$ であり、これを補正用初期画像データと称

の長尺フォトマル25は、本体25Aが円筒形状をしており、受光面25aに対向して本体25Aに沿って光電陰極25bが設けられており、光電陰極25bの下方に複数枚のダイノード25cが絶縁部材25dを介して重ねられピン25eで固定された増倍部25fを構成している。このダイノード25cはそれぞれ一枚の導電板に多数のコの字状の切り込みが入られ、折り曲げられたブラインド状に形成されている。この増倍部25fの下方には絶縁部材25dを介してシールド電極25gがピン25eで固定され、シールド電極25g内に陽極25hが設けられている。これらの電極はそれぞれ本体25A側端に設けられた端子群25iの各端子と1対1に対応して電氣的に接続されている。

第5図は上記長尺フォトマル25を駆動し光電出力を取り出すための電気回路50の一例である。長尺フォトマル25の各部分に相当する部分は第4A図、第4B図と同一符号を付してある。光電陰極25bには負高圧印加端子50aを介して負の高電圧が印加されている。また、負高圧印加端子50aに印加

する。

一旦メモリ18に記憶された補正用初期画像データはその後演算部19によって読み出され、演算部19において長尺フォトマルの主走査方向の感度分布を補正するための感度分布補正曲線 $\gamma$ が以下のようにして求められる。

第1図は、第3図に示す蓄積性蛍光体シート1上の各画素の中心点の配列の一例を示した図である。

図の矢印xの方向は、第3図の矢印Xの方向（主走査方向）と対応しており矢印yの方向は、第3図の矢印Yの方向（副走査方向）と対応している。印は各画素の中心点を示している。

x方向の各画素iについて、y方向の画素jを中心として $\pm n$ 範囲内の画素に対応する補正用初期画像データ $S_{org-i,j-n} \sim S_{org-i,j+n}$ を平均することにより補正用画像データ $S_{crt-i}$ が求められる。このように、副走査方向に並んだ多数の画素に対応する補正用初期画像データ $S_{org}$ を平均した値を補正用画像データ $S_{crt}$ とすることに

より、この補正用画像データ  $S_{crt}$  に含まれる雑音成分を極力減らし、精度の高い感度分布補正曲線を求めることができる。ただし、本発明は  $x = 0$ 、すなわち  $y$  方向についての画素  $j$  の一列のみの補正用初期画像データ  $S_{org}$  をそのまま補正用画像データ  $S_{crt}$  として採用することも可能である。ここで、 $S_{org}(i, j)$  は補正用初期画像データ  $S_{org}$  の画素  $(i, j)$  に対応する値を示し、 $S_{crt}(i)$  は補正用画像データ  $S_{crt}$  の  $x$  方向の画素  $i$  に対応する値を示している。

また、第2A図～第2E図は、上記のようにして求めた補正用画像データ  $S_{crt}$  とこの補正用画像データ  $S_{crt}$  をスムージングして得られたスムージング画像データ  $S_{sag}$  の例を表わした図である。

第2A図は、補正用画像データ  $S_{crt}$  を表わした図である。これには、長尺フォーマット25(第3図参照)の主走査方向の感度分布を表わす曲線(比較的低周波数)に大きな雑音成分(比較的高周波)が重畳している。

$S_{crt}$  と、上記のようにして求めたスムージング画像データ  $S_{sag}$  (これを  $S^1_{sag}$  で表わす)とを重ねて表わした図である。補正用画像データ  $S_{crt}$  に重畳していた雑音成分は十分に取り除かれているが、図に示すブロック3とブロック4の各々において補正用画像データ  $S_{crt}$  とスムージング画像データ  $S^1_{sag}$  のそれぞれの平均値に差異が生じてしまっている。すなわち、ブロック3とブロック4では長尺フォーマット25(第3図参照)の感度分布が急激に変化しており、一方、スムージング画像データ  $S^1_{sag}$  は雑音成分を十分に取り除くことのみを考慮していたために、急激な変化に回答しなくなってしまうことを示している。

ここで平均値に差異が生じているか否かは、以下のようにして判定される。まず、あらかじめ定めた上記各ブロック  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, 5$ ) 毎に評価関数  $\Delta_k$  を、

この補正用画像データ  $S_{crt}$  から雑音成分を除き、長尺フォーマット25の感度分布を補正するための感度分布補正曲線を以下のようにして求める。

画素  $i$  の周囲の所定範囲(第1図の領域A)内の画素  $i - \ell_1 \sim i + \ell_1$  ( $\ell_1$  は正の整数)にそれぞれ対応する補正用画像データ  $S_{crt}(i - \ell_1) \sim S_{crt}(i + \ell_1)$  を平均化することにより、この平均化して得られたデータを画素  $i$  に対応するスムージング画像データ  $S_{sag}(i)$  とする。ここで上記  $\ell_1$  は、雑音成分を十分に低減できるように、過去の統計等から定められた数値が選択される。この演算を感度分布補正曲線として必要なすべての  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) について行なう。ここで、 $i = 1$ 、および  $i = N$  においても、その  $i$  を中心として  $i - \ell_1 \sim i + \ell_1$  の範囲のスムージング処理ができるように、補正用画像データ  $S_{crt}$  を得る際には、 $i < 1$ 、 $i > N$  の画素も読み取られ、これらの画素に対応する補正用画像データ  $S_{crt}$  も得られている。

第2B図は第2A図に示す補正用画像データ

$$\Delta_k = \sum_{i=1}^{n_k} (S_{crt}(i) - S_{sag}(i)) \quad \dots (3)$$

( $j$  はブロック  $k$  内の画素の最小番号、 $n$  は該ブロック  $k$  内の画素数、 $S_{crt}(i)$ 、 $S_{sag}(i)$  はそれぞれ補正用画像データ  $S_{crt}$ 、スムージング画像データ  $S_{sag}$  の画素  $i$  に対応する値を表わす)に従って求める。

このようにして求めた評価関数  $\Delta_k$  の絶対値  $|\Delta_k|$  をあらかじめ定めたしきい値  $T$  との大小を比較する。ここで  $|\Delta_k| \leq T$  のブロック  $k$  については、補正用画像データ  $S_{crt}$  とスムージング画像データ  $S_{sag}$  との平均値の差が小さい、すなわち、ブロック  $k$  についてはこのようにして求めたスムージング画像データ  $S_{sag}$  は、長尺フォーマット25(第3図参照)の感度分布を表わしていると判断される。上記実施例においては、ブロック1、2および5がこのように判断される。一方、ブロック3と4については、 $|\Delta_k| > T$  と判定される。すなわち、補正用画像データ  $S_{crt}$

とスムージング画像データ  $S_{sag}$  との平均値の差が無視できないほどあり、このようにして求めたスムージング画像データ  $S_{sag}$  は、長尺フォーマット25の感度分布と異なっていると判断される。

上記のように評価関数の絶対値  $|\Delta_k|$  としきい値  $T$  との大小が判定されると、 $|\Delta_k| > T$  であるブロック  $k$ 、すなわちブロック3とブロック4については、上記所定範囲を狭めて、再度スムージング画像データを求める。すなわち第1図に示す領域  $B (l - l_2 \sim l + l_2)$  ( $l_2$  は正の整数、かつ  $l_2 < l_1$ ) 内の補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均することにより画像1に対応するスムージング画像データ  $S_{sag \cdot 1}$  を求める。

第2C図は、ブロック3、4について上記所定範囲を狭めて求めたスムージング画像データ  $S^2_{sag}$  を、補正用画像データ  $S_{crt}$  およびブロック1、2および5におけるスムージング画像データ  $S^1_{sag}$  とともに表わした図である。今度は、ブロック3と4についても補正用画像データ  $S_{crt}$  とスムージング画像データ  $S^2_{sag}$  との平均値の

差異も解消している。また、雑音成分もまだ十分に除去された状態にある。補正用画像データ  $S_{crt}$  とスムージング画像データ  $S^2_{sag}$  との平均値の差異の有無の判定は、再度前述した評価関数  $\Delta_k$ 、(3式参照) を求め、その絶対値  $|\Delta_k|$  をしきい値  $T$  と比較することにより行なわれる。もし、再度  $|\Delta_k| > T$  と判定された場合は、 $|\Delta_k| \leq T$  となるまで上記と同様の手順が繰り返される。

第2D図は、上記のようにして全てのブロック  $k$  について  $|\Delta_k| \leq T$  となるまで上記の手順を繰り返すことにより求めた各ブロック  $k$  に対応するスムージング画像データを接続した関数を表わす図である。このようにして求めた関数は、全体として雑音成分が十分除去されており、かつ長尺フォーマット25の感度分布の急激な変化にも十分に応答した関数である。そこでこの関数が感度分布補正曲線  $\gamma$  として採用される。

上記実施例では、過去の統計等により、どの程度のスムージングを行えばよいのかあらかじめ

その概略がわかっている場合に適用できるものである。もし、その概略が不明の場合は、最初にスムージング画像データ  $S_{sag}$  を求める際にどの範囲の補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均化すればよいかわからないため、その範囲は任意に選択される。このようにして任意に選択した範囲内の補正用画像データ  $S_{crt}$  を平均化する演算を行なった結果、第2B図に示すように雑音成分を十分に除去していた場合は、その後は上記実施例と同様に演算が行なわれる。一方、上記範囲が狭すぎたため十分にスムージングされず、雑音成分がまだ相当程度残存しているスムージング画像データ  $S_{sag}$  が得られる場合もある。

第2E図は、相当の雑音成分が残存しているスムージング画像データ  $S^3_{sag}$  を表わす図である。

このように、どの程度のスムージングを行えばよいかの概略が不明の場合、スムージングの程度が第2B図に示すように強すぎる場合も、第2E図に示すように弱すぎる場合も生ずる。したがって、この場合は2つのしきい値  $T_{s1}$ 、 $T_{s2}$  ( $T_{s1} > T_{s2}$ ) をあらかじめ定めておき、(3式で求めた各ブロック  $k$  毎の評価関数  $\Delta_k$  の絶対値  $|\Delta_k|$  が、 $T_{s2} \leq |\Delta_k| \leq T_{s1}$  か否かが判定される。 $|\Delta_k| < T_{s2}$  の場合は、 $|\Delta_k|$  の値が小さすぎる、すなわち、十分にスムージングされていないと判断され、そのブロック  $k$  についてはスムージングのための範囲を広げて再度上記演算が行なわれる。 $|\Delta_k| > T_{s1}$  の場合は、そのブロック  $k$  については前述した実施例と同様に感度の急激な変化に応答していないと判断され、そのブロック  $k$  について上記範囲を狭めて再度上記演算が行なわれる。このようにして、すべてのブロック  $k$  について、 $T_{s2} \leq |\Delta_k| \leq T_{s1}$  となるまで上記演算が繰り返すことにより、最終的に第2D図に示すような感度分布補正曲線  $\gamma$  が得られる。

このようにして感度分布補正曲線  $\gamma$  が求められた後、前述した、放射線を蓄積性蛍光体シートに一樣に照射した撮影装置において、今度は人体等の被写体に放射線が照射されて撮影が行なわれ、この被写体の放射線画像が蓄積性蛍光体シートに

蓄積記録される。

この撮影の行なわれた蓄積性蛍光体シート1が第3図に示す放射線画像読取装置の所定位置にセットされる。

以下、前述した放射線が一様に照射された蓄積性蛍光体シートの読取りと同様にして放射線画像情報を担持する画像データ S<sub>org</sub> が得られ、メモリ18に記憶される。その後、メモリ18から演算部19に画像データ S<sub>org</sub> と前述のようにしてあらかじめ求められた感度分布補正曲線 $\gamma$ が読み出される。演算部19では、感度分布補正曲線 $\gamma$ を用いて長尺フォトマル25の感度分布が均一でないことによる、画像データ S<sub>org</sub> の値の変動を補正する演算が施される。演算部19では、感度分布の補正された画像データを求めた後、この画像データに基づく可視画像が目的に応じた最良の画像となるように適切な画像処理が施され、画像処理後の画像データ S' が表示部20に送られて画像データ S' に基づく可視画像が再生表示される。

上記実施例は、蓄積性蛍光体シートを用いる例

ータ S<sub>err</sub> を平均化することによりスムージング画像データ S<sub>sag</sub> を求め、各ブロック k 毎にこのスムージング画像データ S<sub>sag</sub> から雑音成分が十分に除去されるとともに感度分布の急激な変化にも十分応答している否かを判定し、この演算を繰り返して感度分布補正曲線を求めるようにしたため、全体として雑音成分を十分に除去するとともに急激な感度変化にも十分に応答した感度分布補正曲線が生成される。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、蓄積性蛍光体シート上の各画素の中心点の配列の一例を示した図、

第2A図～第2E図は、補正用画像データ S<sub>err</sub> とスムージング画像データ S<sub>sag</sub> の例を表わした図、

第3図は、本発明の放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法を使用した放射線画像読取装置の一例を示す斜視図、

第4A図は、長尺フォトマルの構造を示した一部断面斜視図、

について説明したが、本発明は蓄積性蛍光体シートを用いるシステムにのみ適用されるものではなく、たとえばX線フィルムにX線を照射してX線画像を得るシステム等、放射線画像をX線フィルムや蓄積性蛍光体シート等の記録シートに記録するシステムに広く適用することができるものである。

また、上記実施例では長尺フォトマル25の感度分布を補正する場合について説明したが、本発明は長尺フォトマルの感度分布を補正する場合だけでなく、前述した光ガイドと通常のフォトマルとの組合せ、MOS、CCD、CPD (Charge Priming Device) 等多数の受光素子を所定方向に並べたセンサ等の感度分布の補正にも用いることができるものである。

(発明の効果)

以上詳細に説明したように、本発明の放射線画像読取センサ感度分布補正曲線生成方法は、読取センサの延びる所定方向に並んだ各画素1に対応して、各画素1の周囲の所定範囲の補正用画像デ

第4B図は、第4A図のI-I方向の断面図、

第5図は、長尺フォトマルを駆動し、光電出力を取り出すための電気回路の一例を示した図である。

1…蓄積性蛍光体シート 2, 13…モータ

3…シート搬送手段 4…レーザー

6…回転多面鏡 9…輝尽発光光

16…増幅器 17…A/D変換器

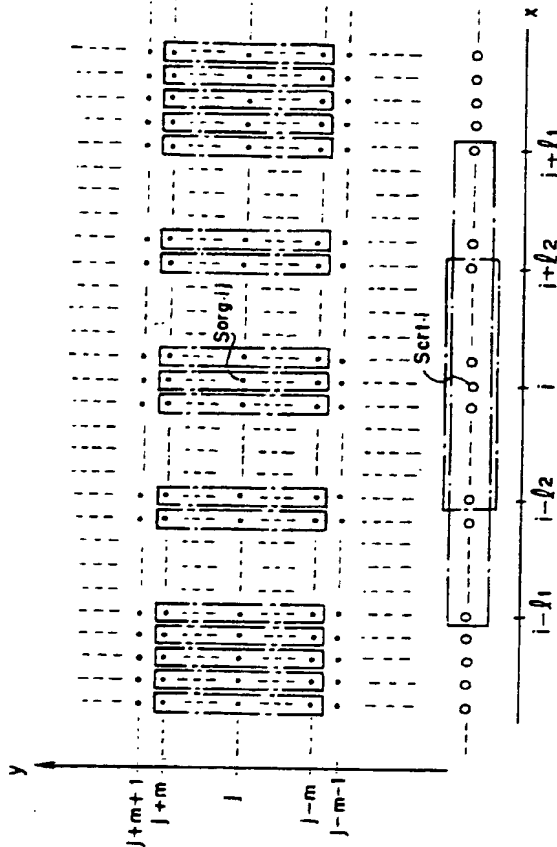
18…メモリ 19…演算部

20…画像表示装置 25…長尺フォトマル

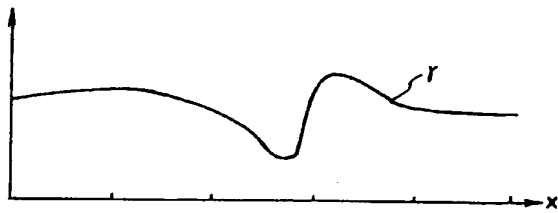
25a…受光面

50…長尺フォトマル用電気回路

第 1 図



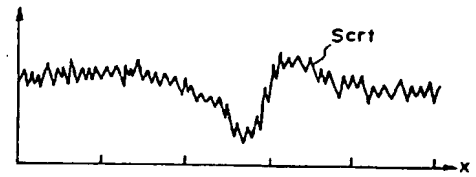
第 2D 図



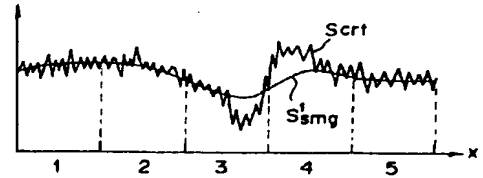
第 2E 図



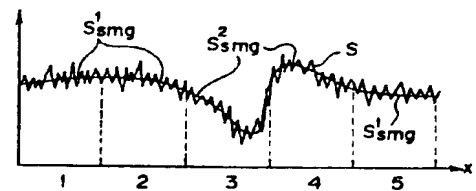
第 2A 図



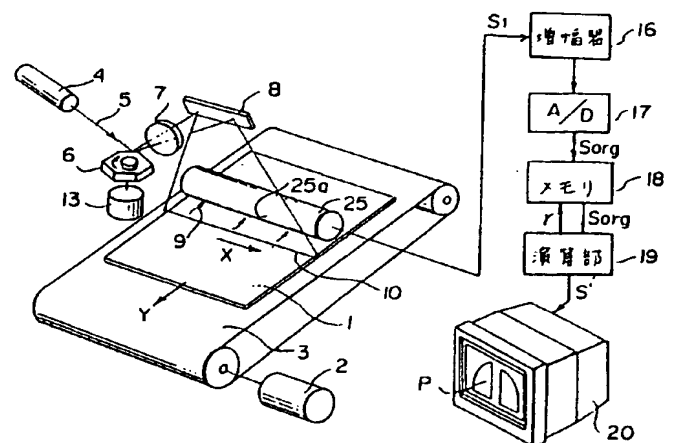
第 2B 図



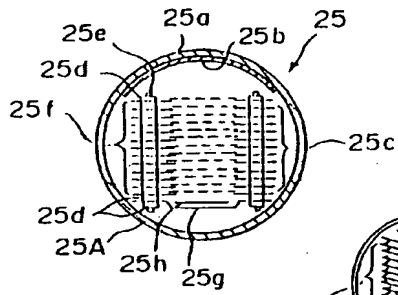
第 2C 図



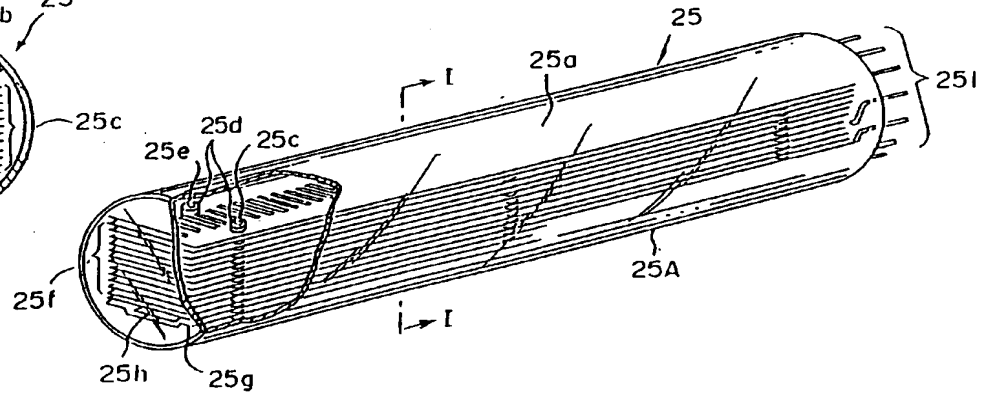
第 3 図



第 4 B 図



第 4 A 図



第 5 図

